

TITANIUM DAN PADUAN TITANIUM MATERIAL PILIHAN KEDOKTERAN GIGI MASA DEPAN

Bambang Irawan

Bagian Ilmu Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia

Bambang Irawan. Titanium dan Paduan Titanium Material Pilihan Kedokteran Gigi Masa Depan. Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Indonesia. 2000; 7 (Edisi Khusus): 106-109

Abstract

Nowadays, Titanium is used for dental implants orthodontic wires and denture bases. In Indonesia they have been widely use especially for the orthodontic treatment. Survey conducted by students from University of Indonesia showed that users have little understanding in properties of Titanium. The article describes various matters on characteristic of Titanium. Titanium has low density, low elastic modulus, high tensile strength make attractive for use in dentistry. Titanium forms a very stable oxide layers and it repassivates in a time on order of nanoseconds. Titanium oxide formation is basis for the excellent corrosion resistance and good biocompatibility. Because of their advantages and unique properties, Titanium has therefore been called as the material of choice in dentistry.

Abstrak

Saat ini Titanium telah banyak digunakan untuk perawatan implan, kawat orthodontik dan basis gigi tiruan. Di Indonesia juga telah banyak digunakan terutama dalam perawatan orthodontik. Survey terhadap mahasiswa Kedokteran Gigi Universitas Indonesia menunjukkan bahwa telah mengetahui tetapi belum memahami mengenai sifat-sifat Titanium. Tulisan ini menjelaskan berbagai hal yang merupakan karakteristik dari Titanium. Titanium mempunyai sifat ringan, modulus elastik rendah, kekuatan tarik tinggi sehingga banyak digunakan di bidang Kedokteran Gigi. Titanium membentuk lapisan oksida yang stabil dan akan terbentuk kembali bila tergores dalam waktu sangat singkat nanosecond. Lapisan Titanium oksida merupakan sebab bahan ini tahan terhadap korosi sangat baik dan biokompatibiliti baik. Karena berbagai kelebihan dan keunikan sifat yang dimiliki, maka Titanium dapat disebut sebagai material pilihan Kedokteran Gigi.

Pendahuluan

Logam Titanium semakin banyak memasuki kehidupan manusia pada beberapa dekade terakhir. Beberapa peralatan seperti kerangka kaca mata, peralatan olahraga golf, komponen jam tangan terbuat dari Titanium cukup populer dan dikenal bermutu baik.

Titanium banyak digunakan karena berbagai kelebihan yang dimilikinya dibandingkan logam lain seperti bahan ini ringan, mempunyai kekuatan dan kekerasan tinggi, sifat elastisitas sebanding dengan logam paduan emas tipe III, IV, daya tahan terhadap korosi baik, tahan terhadap pemakaian serba biokompatibiliti baik. Di bidang kedokteran gigi, Titanium banyak digunakan dalam perawatan implan, ortodonti dan basis gigi tiruan. Dengan semakin luasnya penggunaan Titanium perlu disertai dengan pemahaman tentang Titanium dan sifat yang dimiliki baik yang merupakan kelebihan maupun kekurangannya.

Dalam Ilmu Material Kedokteran Gigi baru 5 tahun terakhir topik mengenai Titanium diajarkan kepada mahasiswa sebagai material mutakhir. Pada Kursus Peningkat Penambah Ilmu Kedokteran Gigi ke 10 ini, penulis berusaha untuk menguraikan secara singkat mengenai logam Titanium dengan harapan dapat menambah pengetahuan sehingga dapat membantu pemahaman dalam seleksi penggunaan logam Titanium sebagai logam alternatif di bidang kedokteran gigi.

Pengetahuan mahasiswa FKG-UI mengenai Titanium

Survey telah dilakukan pada mahasiswa FKG-UI pada bulan Maret 1997 mengenai pengetahuan logam Titanium. Kegiatan ini merupakan bagian dari kerjasama riset dengan Tokyo Medical-Dental University melalui Prof.Fumio Nishimura. Kuesioner terdiri atas 10 pertanyaan yang merupakan jawaban oleh DR.Meiana Setyawati dari tahun yang sama ditanyakan bagi mahasiswa

tahun ketiga Tokyo Medical-Dental University. Responden berjumlah 91 mahasiswa tahun kedua dan kegiatan survey dilakukan pre-test kemudian diberikan kuliah mengenai Titanium dan selanjutnya dilakukan pot-test.

Hasil survey menunjukkan sebagian besar mahasiswa pernah mendengar mengenai Titanium tetapi belum mengetahui secara tepat mengenai penggunaan dan sifat yang merupakan kelebihan logam Titanium. Setelah diberikan kuliah mengenai Titanium, dua bulan kemudian dilakukan survey kembali. Memang terjadi kenaikan prosentase pengetahuan mengenai sifat-sifat dari Titanium tetapi perlu adanya demonstrasi bahkan praktikum menggunakan Titanium agar mahasiswa lebih memahami dengan baik.

Karakteristik logam Titanium

Ringan

Logam Titanium mempunyai densiti 4,51 g/cm³, bandingkan dengan paduan Ni-Cr dan Co-Cr 7,6 g/cm³ serta paduan emas 15,5 g/cm³. Densiti yang rendah akan memberi kesulitan pada saat pengecoran terutama mengisi mould yang sempit sehingga castabiliti rendah. Untuk proses pengecoran dianjurkan dengan cara vakum.

Temperatur lebur tinggi

Temperatur lebur Titanium tinggi yaitu 1668°C, bandingkan dengan paduan emas sekitar 1000°C, Ni-Cr 1148-1250°C. Temperatur lebur yang tinggi merupakan hal yang sulit dalam proses pengecoran. Untuk mencapai temperatur yang tinggi diperlukan peralatan yang khusus.

Kuat dan keras

Ultimate tensile strength pure Titanium = $79,8 \times 10^3$ psi (550 MPa), sedangkan

paduan Titanium 6 Al-4V = $134,9 \times 10^3$ psi (930 MPa) yang setara besarnya dengan paduan Chromium, sementara kekerasan pure Titanium 210 VHN dan paduan Titanium 6Al-4V = 320 VHN. Nilainya lebih keras dari paduan emas tipe N (keras). Walaupun kuat dan keras, Titanium mempunyai modulus elastik rendah 17×10^6 psi (117 GPa) yang bila dibandingkan dengan paduan Ni-Cr dan paduan Co-Cr kira-kira setengahnya.

Daya tahan korosi yang baik

Titanium merupakan salah satu dari 3 logam bukan logam mulia yang mempunyai sifat daya tahan korosi baik terhadap pengaruh lingkungan. Titanium akan membentuk lapisan Titanium oksida yang stabil dan bersifat pasif terhadap pengaruh lingkungan. Hal ini menyebabkan Titanium mempunyai daya korosi yang baik dan biokompatibiliti baik pada temperatur ruang, temperatur mulut dan temperatur tubuh. Lapisan Titanium oksida yang terbentuk mempunyai ketebalan kurang dari 1 nm (10^{-9} meter). Jika lapisan ini tergores atau mengalami abrasi maka pada daerah tersebut terbentuk kembali lapisan tipis yang pasif dalam waktu beberapa *nanosecond* (10^{-9} detik). Pada temperatur tinggi diatas 650°C lapisan tipis oksida tersebut menjadi tidak melindungi logam karena tidak melekat dengan baik.

Dengan daya tahan korosi dan biokompatibiliti baik, disebut bahwa Titanium menjadi material pilihan Kedokteran Gigi di masa depan.

Kegunaan di bidang kedokteran

Perawatan implant

Secara umum ada 2 bahan dasar untuk *dental implant* yaitu metal dan keramik. Untuk metal implant umumnya adalah logam murni Titanium (CpTi) dan paduan Ti-6Al-4V dimana keduanya mempunyai daya tahan korosi yang baik untuk berbagai lapisan tipis

oksida dan tingkatan pH. Ion Titanium dapat dilepaskan yang merupakan hasil penguraian secara kimia dari Titanium oksida. Dengan rendahnya penguraian secara kimia akan berpotensi untuk tumbuhnya osseointegrasi dengan Titanium.

Paduan Ti-6Al-4V memiliki kekuatan 60% lebih besar dari Titanium murni tetapi lebih mahal.

Perawatan orthodontik

Beta-Titanium, telah diperkenalkan 15 tahun yang lalu, dikenal dengan TMA (Titanium-Molybdenum Alloy) yaitu 77,8% Ti, 11,3% Mo dengan 6,6% Zirconium dan 4,3% Tin. Adanya molybdenum meningkatkan temperatur phase beta bentuk kristal body centered cubic dari Titanium menjadi metastabil pada temperatur ruang, dibandingkan phase α bentuk kristal hexagonal close-packed. Paduan beta Titanium adalah kawat orthodontik yang mempunyai kemampuan welding tanpa menggunakan bahan antara. Dengan sifat yang dimiliki beta Titanium cocok digunakan dalam perawatan orthodontik.

Nickel-Titanium, paduan ini dikenal dengan Nitinol dimana komposisinya 55% Nickel dan 45% Titanium. Paduan ini mempunyai sifat khas "*shape-memory*" yang berkaitan dengan kembalinya transformasi antara bentuk austenitik dan martensitik phase NiTi dimana terjadi proses yang bersamaan.

Saat ini sudah dikembangkan oleh berbagai pabrik paduan Nikel-Titanium dengan aktivitas *shape-memory* pada suhu tubuh.

Perawatan prosthodonti

Untuk pembuatan prothesa porselen, penggunaan Titanium mengalami kesulitan terbesar pada proses yang sulit. Pengecoran paduan Titanium sulit karena memerlukan temperatur yang tinggi (1700°C) dan pada kondisi tersebut cepat mengalami proses

oksidasi dan bereaksi dengan bahan tanam. Untuk melebur logam Titanium perlu penggunaan gas argon. Bahan tanam yang digunakan *ethyl-silicate-bonded investment* untuk temperatur tinggi, juga sudah dikembangkan bahan tanam *magnesia bonded* dan *aluminous cement* ($\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$) dan berisi 5% bubuk Zirconium oleh Togaya, 1985.

Untuk pembuatan crown and bridge. Untuk penggunaan panduan Titanium maka dikembangkan paduan Ti-13Nb-13Zr (Niobium dan Zirconium) dengan temperatur lebur dan temperatur casting yang lebih rendah dengan maksud kestabilan pada proses casting.

Penggunaan lain

Paduan Nikel-Titanium juga digunakan untuk alat endodontik yang mempunyai kemampuan dapat dibengkokkan tanpa terjadi deformasi permanen saat membersihkan saluran akar gigi. Daya tahan untuk terjadi patahnya alat endodontik sangat penting saat digunakan dalam perawatan endodontik karena bila patah saat digunakan, sulit untuk dikeluarkan.

Titanium dioxide ditambahkan pada akrilik untuk basis gigi tiruan dengan maksud untuk meningkatkan opaciti dari material sehingga mendekati translucent pada warna mulut.

Dalam beberapa tahun terakhir Titanium juga digunakan pada pasta gigi dan kosmetika.

Kesimpulan

Dari uraian singkat diatas dengan kelebihan dan kekurangan logam Titanium dan paduan Titanium serta sudah semakin luasnya penggunaan di bidang Kedokteran Gigi, maka logam Titanium dapat menjadi logam pilihan Kedokteran Gigi di masa depan.

Daftar Pustaka

1. Anusavice KJ Phillips. *Science of Dental Materials*. 10th ed. WB Saunders Co., 1996; 457-659.
2. Bambang Irawan & Yossi Kusuma Eriwati. *Hasil survey pengetahuan mengenai Titanium pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia*. Tahun 1997.
3. Craig RG, Powers JM dan Watake JC. *Dental Materials properties and manipulation*. 7th ed. Mosby Co. 2000; 26-263.
4. Craig R.G. *Restorative dental materials*. 10th ed. Mosby Co. 1997; 415-64.
5. O'Brien WJ. *Dental materials and their selection*. 2nd ed. Quintessence Publishing Co. 1997; 253-82.
6. Takahashi H dkk. *Dental students understanding of Titanium*. J. Medical and Dental Sci. 1997; 44(4):99-104.
7. Van Noort R. *Introduction to dental materials*. Mosby Co. 1994; 23-230.